

OPTIMALISASI LONG STORAGE KALIGAWA UNTUK PENGENDALIAN GENANGAN BANJIR



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

HARIANTO

D 100 010 141

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**OPTIMALISASI LONG STORAGE KALIGAWA UNTUK PENGENDALIAN
GENANGAN BANJIR**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

PUBLIKASI ILMIAH

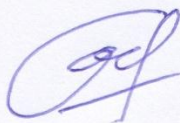
oleh:

HARIANTO

D 100 010 141

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Gurawan Djati Wibowo, S.T, M.Eng.

NIK. 782

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMALISASI LONG STORAGE KALIGAWA UNTUK PENGENDALIAN
GENANGAN BANJIR
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

OLEH

HARIANTO

D 100 010 141

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 14 Desember 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Gurawan Djati Wibowo, S.T, M.Eng.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Achmad Karim Fatchan, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. H. Hermono S.B, M.Eng.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan Fakultas teknik,


Ir. Sri Sunartono, M.T, Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Desember 2017

Penulis



HARIANTO

D 100 010 141

OPTIMALISASI LONG STORAGE KALIGAWA UNTUK PENGENDALIAN GENANGAN BANJIR

Abstrak

Salah satu yang mengalami permasalahan banjir akibat tingginya muka air pasang laut sehingga air tidak dapat mengalir ke hilir dan tampungan saluran menjadi lebih kecil terjadi di kawasan Jalan Kaligawe. Jalan Kaligawe sendiri merupakan jalan jalur pantura penghubung kota antara Semarang dan Demak. Genangan di Jalan Kaligawe mengakibatkan kemacetan parah dan kerusakan infrastruktur. *Long storage* Kaligawe sendiri bertujuan sebagai salah satu pengendali banjir yang terjadi di sub sistem Semarang timur pada sub *catchment* Kaligawe dengan luas daerah layanan sebesar 378 ha (Kawasan Lingkungan Perumahan Genuk) dan mempunyai kapasitas pompa sebesar 1,6 m³/s. Salah satu yang mengalami permasalahan banjir akibat tingginya muka air pasang laut sehingga air tidak dapat mengalir ke hilir dan tampungan saluran menjadi lebih kecil terjadi di kawasan Jalan Kaligawe. Analisa optimalisasi *long storage* Kaligawe dengan pengumpulan data hujan yaitu stasiun Karangrejo dan Simongan. Analisa hidrologi meliputi penentuan hujan rerata dengan metode aljabar, analisis frekuensi kemudian diuji dengan metode *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorof* penentuan intensitas hujan metode Mononobe dan ABM. Penentuan banjir rencana dengan persamaan Rasional. Analisa kapasitas dan kebutuhan pompa dilakukan dengan metode *Water Balance* dan analisa pemilihan pompa menggunakan persamaan Bernoulli. Nilai optimum pada *long storage* Kaligawe pada kedalaman *Long storage* 4,5 m dengan initial condition 0,75m dan membutuhkan daya paling minimal pada 1,04MWH. dengan jumlah pompa 2 bh dan lama pemompaan 6,54 jam. Berdasarkan analisa pemilihan pompa debit real jenis pompa MWI *Axial flow* 72" P0 dengan daya 400 HP adalah sebesar 3,93 m³/s pada *head* 5,24m.

Kata Kunci : *Optimalisasi, Long Storage, Pompa*

Abstracts

The area of Kaligawe Street is one of many which experience flood due to the high tide that cause the water unable to flow to downstream area and the storage channel became smaller. Kaligawe Street is part of Pantura Street that connects Semarang and Demak. The inundation along Kaligawe Street cause severe congestion as well as infrastructure damage. Long storage of Kaligawe is used as flood control that occurs in sub-system of East Semarang on sub-catchment Kaligawe of 378 Ha service area (Genuk Housing Environmental Area) and it has pump capacity of 1.6 m³/s. Kaligawe long storage optimization analysis is by collecting rainfall data of Karangrejodan Station at Simongan. Hydrology analysis include the determination of rain mean by algebra method, frequency analysis then is examined using Chi-Square and Smirnov-Kolmogorof method while to determine rain intensity is using method of Mononobe and ABM. Flood plan

determination is using rational equation. Analysis of capacity and pump needs is using water balance method and analysis of pump selection is using Bernoulli equation. The Optimum value on Kaligawe long storage in 4.5 m deep with initial condition 0.75m and requires at least in 1.04 mwh, with 2 pumps and pumping duration of 6.54 hours. Based on pump selection analysis on real discharge, the pump type is MWI Axial flow 72" P0, with power of 400 HP, the value is of 3.93 m³/s on the head of 5.24 m.

Keywords: Optimization, Long Storage, Pump

1. PENDAHULUAN

Pengertian Banjir menurut Pedoman No T-23-2004-A tentang Peramalan banjir dan peringatan dini adalah suatu keadaan sungai, saat aliran sungai tidak tertampung oleh palung sungai sehingga terjadi limpasan dan atau genangan pada lahan yang semestinya kering. Aliran yang dimaksud adalah aliran air yang sumbernya bisa dari mana aja. Dan air itu keluar dari sungai atau saluran karena sungai atau salurannya sudah melebihi kapasitasnya. Kondisi inilah yang disebut banjir. Penyebab banjir diklasifikasikan menjadi 2 (dua) yaitu banjir yang disebabkan oleh kejadian alam dan kejadian banjir yang disebabkan oleh tindakan manusia (Kodoatie & Sugiyanto, 2002). Adapun penyebab banjir alami antara lain adalah:

1. Hujan deras, terus menerus dalam beberapa hari.
2. Permukaan tanah tidak dapat menyerap air, karena jenuh atau karena dipilester.
3. Debit air sungai yang tinggi karena hujan terus menerus.
4. Permukaan tanah yang lebih rendah dari daerah sekitarnya, di mana tidak terdapat saluran-saluran pembuangan air yang berfungsi untuk memindahkan air ke lokasi lain menyeberangi daerah sekitarnya yang lebih tinggi,
5. permukaan tanah yang lebih rendah dari permukaan laut yang sedang pasang.

(Adhyatma Rahman, 2013)

Banjir sendiri dapat digolongkan menjadi 3, menurut ahli hidrologi antara lain:

1. Banjir Lokal

Banjir ini merupakan banjir yang terjadi akibat air yang berlebihan ditempat itu dan meluap juga ditempat itu.

2. Banjir karena luapan sungai.

Banjir jenis ini biasanya terjadi akibat dari sungai tidak mampu lagi menampung aliran air yang ada di sungai itu akibat debit airnya sudah melebihi kapasitas.

3. Banjir akibat pasang surut air laut (ROB)

Saat air laut pasang, ketinggian muka air laut akan meningkat, otomatis aliran air di bagian muara sungai akan lebih lambat dibandingkan bila saat laut surut. Selain melambat, bila aliran air sungai sudah melebihi kapasitasnya (ditempat yang datar atau cekungan) maka air itu akan menyebar ke segala arah dan terjadilah banjir.

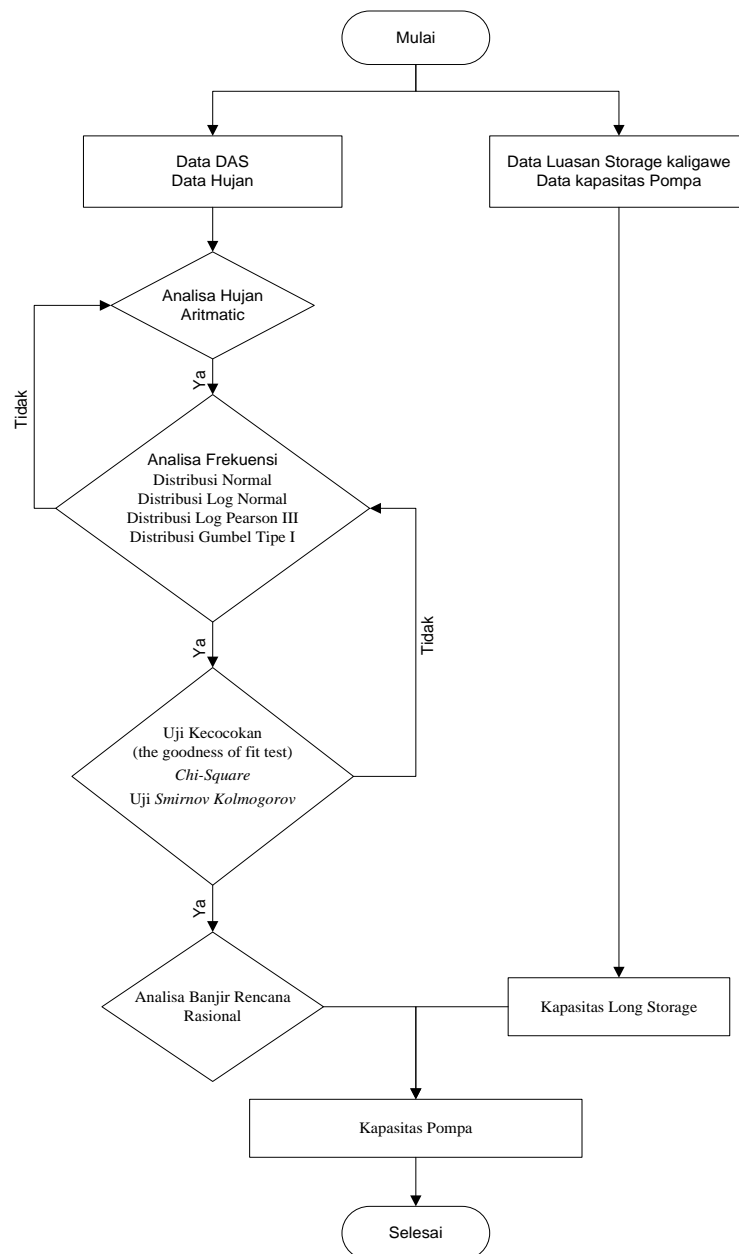
Salah satu yang mengalami permasalahan banjir akibat tingginya muka air pasang laut sehingga air tidak dapat mengalir ke hilir dan tampungan saluran menjadi lebih kecil terjadi di kawasan Jalan Kaligawe. Jalan Kaligawe sendiri merupakan jalan jalur pantura penghubung kota antara Semarang dan Demak. Genangan di Jalan Kaligawe mengakibatkan kemacetan parah dan kerusakan infrastruktur. Menurut *sindonew.com* jalan kali gawe tergenang banjir akibat hujan dengan intensitas tinggi sehingga meluap ke Jalan Kaligawe dan menyebabkan banjir setinggi 30 cm. Upaya pengendalian di Jalan Kaligawe dilakukan dengan membuat *long storage* Kaligawe. Tapi kondisi *long storage* kali gawe sekarang tidak berfungsi dan tidak dapat menanggulangi banjir.

Long storage Kaligawe sendiri bertujuan sebagai salah satu pengendali banjir yang terjadi di sub sistem Semarang Timur pada sub *catchment* Kaligawe dengan luas daerah layanan sebesar 378 ha (Kawasan Lingkungan Perumahan Genuk) dan mempunyai kapasitas pompa sebesar 1,6 m³/dt. Untuk peningkatan kinerja *long storage* kali gawe diperlukan kajian optimalisasi *long storage* Kaligawe sebagai pengendali banjir genangan.

2. METODE

Long storage Kaligawe merupakan salah satu rangkaian penanggulangan banjir di daerah sub sistem Semarang Timur, sekarang ini kondisi *long storage* Kaligawe mengalami penurunan kinerja dalam penanggulangan banjir genangan di daerah Jalan Kaligawe maupun kawasan lingkungan perumahan Genuk.

2.1. Tahapan penelitian



Gambar. 1. Tahapan Penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data sekunder, yaitu:

1. Gambar Das Kaligawe (Master pland draenase kota semarang)
2. Data hujan yang digunakan adalah pos hujan simongan dan karangroto dari tahun 2000 - 2014.
3. Data luasan storage kaligawe (Master pland draenase kota semarang)
4. Data kapasitas Pompa Kaligawe (Master pland draenase kota semarang).

2.3. Analisis Debit Banjir Rencana

2.3.1. Analisis data Hujan

Data hujan yang diperoleh dari pos hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa pos hujan yang ada di dalam dan/atau di sekitar kawasan tersebut dengan menggunakan metode Aljabar (*Arithmattic mean method*).

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (1)$$

Dimana :

R = Curah Hujan Daerah (mm)

n = Jumlah titik (pos) penakar hujan yang diamati

R_1, R_2, \dots, R_n = Tinggi hujan di tiap-tiap pos penakar hujan

2.3.2. Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi ini adalah berkaitan dengan besaran kejadian-kejadian hujan ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi terjadiannya melalui distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik. Ada beberapa analisis frekuensi hujan antara lain adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson III
4. Distribusi Gumbel Tipe I

Dalam pemilihan distribusi ada syarat-syarat yang harus dipenuhi antara lain nilai C_v , C_s dan C_k

a) Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{X} \quad (2)$$

b) Koefisien Asimetris (Cs)

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum (X - \bar{X})^3 \quad (3)$$

c) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum (X - \bar{X})^4 \quad (4)$$

Dengan: S = standar deviasi

\bar{X} = curah hujan rata-rata

X = curah hujan

n = banyaknya data

2.3.3. Uji Kecocokan (the goodness of fit test)

Pemeriksaan uji kesesuaian distribusi ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui:

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa (diterima/ditolak).

Pengujian kesesuaian dapat dilakukan dengan Uji *Chi-Square* dan Uji *Smirnov Kolmogorov*

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (5)$$

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

2.3.4. Banjir rencana

Analisis debit banjir menggunakan metode Rasional. Metode Rasional merupakan salah satu metode untuk menentukan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu.

$$t_c = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (6)$$

dengan :

t_c = waktu konsentrasi (Jam),

L = panjang saluran (meter),

s = kemiringan dasar saluran.

2.4. Analisis Kapasitas storage

Analisis kapasitas storage berdasarkan volume tampung maksimal yang dapat di tahan sampai elevasi tertentu sebelum akhirnya di buang ke outlet storage analisa menggunakan *water balance* untuk mengetahui debit inflo dan out flow secara *real time*

$$\Delta S = \left[\left[\frac{I_1 + I_2}{2} \right] - \left[\frac{O_1 + O_2}{2} \right] \right] \Delta t \quad (7)$$

Dimana:

ΔS = Volume tampungan (m³)

I_1 = inflow pada jam ke 1 (m³)

I_2 = inflow pada jam ke 2 (m³)

O_1 = outflow pada jam ke 1 (m³)

O_2 = outflow pada jam ke 2 (m³)

Δt = Waktu Banjir (dtk)

2.5. Analisis Kapasitas Pompa

Analisis kebutuhan pompa berdasarkan kapasitas longs torage yang ada dan hidrograf debit rencana pada berbagai kala ulang.

Analisa yang digunakan adalah *water balance* dimana

$$V_i = I * \Delta t \quad (8)$$

Dimana :

V_i = Volume Inflow (m³)

I = Inflow (m³/dt)

Δt = Waktu Banjir (dt)

$$V_p = Q_p * \Delta t \quad (9)$$

Dimana :

V_p = Volume pompa (m³)

Q_p = Inflow (m³/dt)

Δt = Waktu Banjir (dt)

$$V_s = V_i - V_p \quad (10)$$

Dimana :

V_s = Volume Storage (m^3)

V_i = Volume Inflow (m^3)

V_p = Volume Pompa (m^3)

2.6. Optimalisasi Long Storage Kaligawe

Optimasi long storage bisa dilakukan dengan menambah kapasitas tampungan bisa arah vertical maupun horizontal. Dari beberapa literature banyak asumsi bahwa sebaiknya luas kolam ataupun storage tidak kurang dari 6% dari luas DAS (Sawarendro, 2008).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Debit Banjir Rancangan

Analisa debit rencana dilakukan dengan menganalisa data hujan dua stasiun yaitu stasiun simongan dan karangrejo. Analisa frekuensi data hujan salah satunya untuk menentukan kala ulang (return period) pada suatu kejadian hujan. Analisa ini bertujuan untuk menentukan curah hujan atau debit banjir dengan kala ulang tertentu. Berdasarkan luas DAS Kaligawe yang sebesar 378 ha dan tipologi daerah Kaligawe merupakan termasuk kedalam kota metropolitan maka, berdasarkan Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan dari Cipta Karya bahwa rencana kala ulang yang untuk perencanaan kolam retensi adalah sebesar Q5-Q10th seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel.1. Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota.

No	Tipologi Kota	Luas DAS (ha)			
		<10	10-100	100-500	>500
1	Kota Metropolitan	2 th	2-5 th	5-10 th	10-25 th
2	Kota Besar	2 th	2-5 th	2-5 th	5-20 th
3	Kota Sedang/Kecil	2 th	2-5 th	2-5 th	5-10 th

Sumber: Dirjen Cipta Karya

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa kejadian hujan adalah 5 jam dengan persamaan mononobe dan ABM maka akan didapatkan karakter distribusi hujan seperti pada tabel 2

Tabel.2. Curah Hujan Netto Jam-jaman.

jam	R1	R2	R3	R4	R5
rasio (%)	8.49	15.20	58.48	10.66	7.17
2	11.18	20.03	77.05	14.05	9.44
5	16.40	29.36	112.96	20.60	13.85
10	21.56	38.60	148.51	27.08	18.20
25	30.66	54.90	211.22	38.51	25.89
50	39.84	71.34	274.47	50.04	33.64

Analisa

Analisa penentuan nilai phi index adalah pada hujan rencana Q50 tahun dimana diasumsikan nilai adalah nilai kehilangan akibat meresap berdasarkan analisa diatas maka didapatkan nilai pengurang adalah sebesar 20,41 mm/jam, dalam perhitungan kehilangan air digunakan cara analisa hidrograf metode phi-index (Φ) yaitu dengan menarik suatu garis horisontal pada hietograf sedemikian rupa sehingga diperoleh total kedalaman limpasan langsung sama dengan total hujan efektif seperti pada tabel berikut.

Tabel.3. Curah Hujan Netto Jam-jaman dikurangi *Phi index*

jam	R1	R2	R3	R4	R5
Phi(ϕ)	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41
2	0.00	0.00	64.28	0.00	0.00
5	0.00	7.45	86.79	0.00	0.00
10	0.00	11.40	101.98	1.91	0.00
25	0.20	16.49	121.55	5.47	0.00
50	2.36	20.37	136.48	8.20	0.00

Analisa

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan partikel hujan untuk mengalir dari daerah hulu menuju daerah yang dikaji, hasil analisa berdasarkan atas persamaan (3.25) hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut.

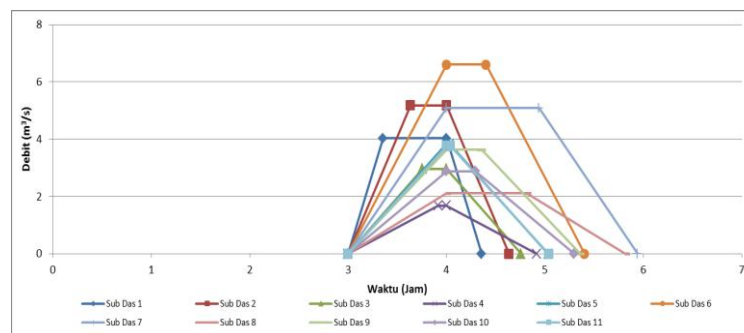
Tabel.4. Waktu Konsentrasi Sub DAS Kaligawe.

DAS	L (km)	S	t_c (jam)
Sub DAS 1	0.389	0.002	0.35
Sub DAS 2	0.822	0.002	0.63
Sub DAS 3	1.037	0.002	0.76
Sub DAS 4	1.325	0.002	0.91
Sub DAS 5	1.551	0.002	1.03
Sub DAS 6	2.31	0.002	1.40
Sub DAS 7	3.526	0.002	1.94
Sub DAS 8	3.236	0.002	1.81

DAS	L (km)	S	t_c (jam)
Sub DAS 9	2.216	0.002	1.36
Sub DAS 10	2.085	0.002	1.29
Sub DAS 11	1.565	0.002	1.04

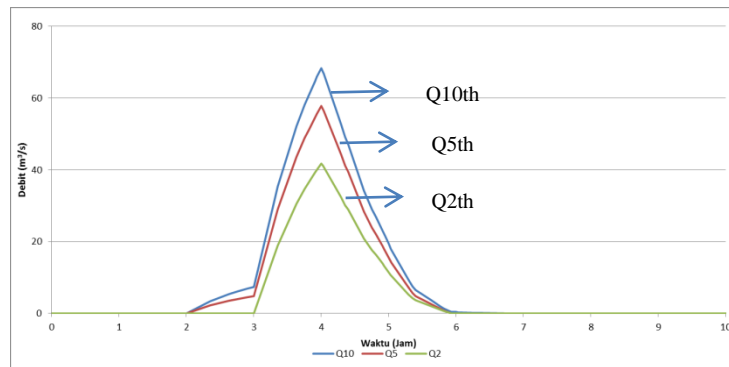
Analisa

Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS disebut kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu waktu konsentrasi. Beberapa ahli memandang bahwa luasn DAS kurang dari 2,5km² dapat dianggap luasan DAS kecil (Ponce, 1989). Hidrograf satuan menggambarkan aliran yang berasal dari penurunan hujan efektif setinggi 1mm selama kurun waktu tertentu. Hujan dengan karakteristik berbeda akan menghasilkan bentuk hidrograf yang berbeda juga. Karena tidak adanya pengukuran debit aktual di lapangan pendekatan secara hidrologi sangat dibutuhkan untuk perencanaan, grafik hidrograf Rasional untuk Kaligawe dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar.2. Grafik Hidrograf Banjir Rencana Q2th Per Sub DAS Kaligawe.

Berdasarkan gambar diatas kemudian dibuatlah hidrograf secara menyeluruh dimana disetiap sub DAS dijumlahkan untuk mendapatkan debit akumulasi disetiap kala ulang seperti tergambar pada Gambar.5.4.



Gambar.3. Grafik Hidrograf Kaligawe Beberapa Kala ulang

3.2. Analisis Kapasitas storage

Analisis kapasitas storage berdasarkan volume tampung maksimal yang dapat ditahan sampai kapasitas tertentu sebelum akhirnya di buang ke outlet storage dimana dimana initial condition di skenarioakan menjadi 3 kondisi yaitu 0,75m ; 1,50m ; dan 2,30m dari volume kondisi eksisting, dimana volume Storage Kaligawe adalah sebesar 120280 m³ dengan luas sebesar 3,9 ha. Dalam perhitungan keseimbangan air (water balance), maka debit dikonversi dalam m³ dimana inflow merupakan hasil hidrograf banjir dengan metode rasional dan outflow merupakan pengoperasian pompa. Berdasarkan analisis dengan water balance maka didapat seperti tabel.5.

Tabel.5. Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,75m dengan (S₀=30070 m³ Vol Total 120280 m³)

t	Qi	Vi=I*Δt	Vs=Vi-Vp	Qp	Vp=Qp*Δt	h=QT*0.00002564	
Time (hr)	Inflow (m ³ /s)	V	Q Tampung (m ³) IC 0m	Pompa/Outflow (m ³ /s)	Q Pompa/ V Out (m ³)	Kedalaman h (m)	Keterangan
0.00	0.00	0.00	30070.00	0.00	0.00	0.77	Tidak Limpas
1.00	0.00	0.00	30070.00	0.00	0.00	0.77	Tidak Limpas
2.00	0.00	0.00	30070.00	0.00	0.00	0.77	Tidak Limpas
3.00	0.00	0.00	30070.00	0.00	0.00	0.77	Tidak Limpas
3.35	18.89	24137.99	36319.42	14.00	17888.57	0.93	Tidak Limpas
3.63	30.47	30331.34	52714.53	14.00	13936.23	1.35	Tidak Limpas
3.76	34.64	15437.88	61912.82	14.00	6239.59	1.59	Tidak Limpas
3.91	39.30	22176.48	76189.39	14.00	7899.91	1.95	Tidak Limpas
4.00	41.76	13230.01	84983.70	14.00	4435.70	2.18	Tidak Limpas
4.03	41.01	4375.45	87865.32	14.00	1493.83	2.25	Tidak Limpas

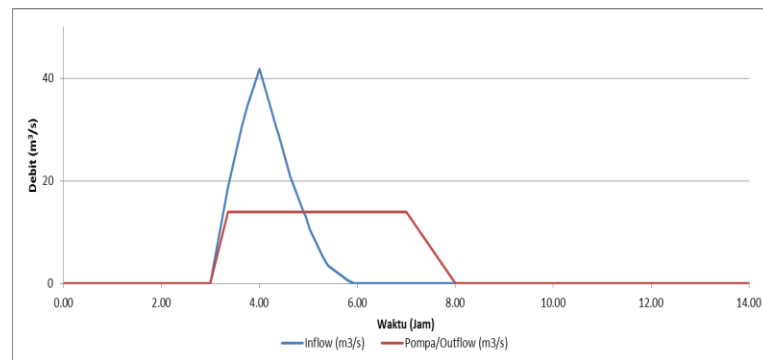
t	Qi	Vi=I*Δt	Vs=Vi-Vp	Qp	Vp=Qp*Δt	h=QT*0.00002564	
Time (hr)	Inflow (m³/s)	V	Q Tampung (m³) IC 0m	Pompa/Outflow (m³/s)	Q Pompa/ V Out (m³)	Kedalaman h (m)	Keterangan
4.04	40.80	1024.20	88538.10	14.00	351.41	2.27	Tidak Limpas
4.29	32.36	29879.72	105490.50	14.00	12927.33	2.70	Tidak Limpas
4.35	30.15	6709.61	109084.11	14.00	3116.00	2.80	Tidak Limpas
4.36	30.14	35.93	109103.35	14.00	16.69	2.80	Tidak Limpas
4.40	28.91	4567.12	111458.43	14.00	2212.04	2.86	Tidak Limpas
4.63	20.85	17434.93	117185.85	14.00	11707.51	3.00	Tidak Limpas
4.76	17.57	7831.15	118777.41	14.00	6239.59	3.05	Tidak Limpas
4.81	16.25	3420.86	119251.56	14.00	2946.71	3.06	Tidak Limpas
4.91	13.83	4892.97	119191.33	14.00	4953.20	3.06	Tidak Limpas
4.94	13.24	1222.83	119121.58	14.00	1292.58	3.05	Tidak Limpas
5.03	10.68	3536.32	118020.95	14.00	4636.95	3.03	Tidak Limpas
5.04	10.51	263.79	117933.33	14.00	351.41	3.02	Tidak Limpas
5.29	5.30	4895.22	109901.22	14.00	12927.33	2.82	Tidak Limpas
5.36	4.22	943.88	107712.41	14.00	3132.69	2.76	Tidak Limpas
5.40	3.61	570.83	106071.20	14.00	2212.04	2.72	Tidak Limpas
5.81	0.63	941.11	86118.51	14.00	20893.81	2.21	Tidak Limpas
5.94	0.00	0.00	79872.73	14.00	6245.77	2.05	Tidak Limpas
6.00	0.00	0.00	76729.61	14.00	3143.12	1.97	Tidak Limpas
7.00	0.00	0.00	26329.61	14.00	50400.00	0.68	Tidak Limpas
8.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
9.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
10.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
11.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
12.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
13.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
14.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
15.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
16.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
17.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
18.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
19.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas
20.00	0.00	0.00	26329.61	0.00	0.00	0.68	Tidak Limpas

Analisa

3.3. Analisis Kapasitas Pompa

Analisis kebutuhan pompa berdasarkan kapasitas long storage yang ada dan hidrograf debit rencana pada berbagai kala ulang. Berdasarkan tabel 5 diatas dapat

di gambarkan perbandingan antara debit inflow banjir dengan debit outflow pompa seperti tersaji pada gambar.3. berdasarkan gambar dibawah dibutuhkan kapasitas pompa 14 m³/s untuk kala ulang 2 tahun, lama pemompaan sebesar 5,65 jam.



Gambar.4. Grafik Perbandingan *Inflow* dan *Outflow Storage* Kaligawe Q2 Tahun

Berdasarkan analisis diatas maka dapat ditabelkan kebutuhan maksimal pompa untuk beberapa kala ulang, berdasarkan analisa debit rancangan kota Semarang masuk kedalam tipologi kota Metropolitan dengan luas DAS sebesar 378 ha maka kala ulang untuk DAS Kaligawe adalah Q5 - Q10 tahun dan tersaji pada tabel.5.23.

Tabel.6. Analisa Kebutuhan dan Lama Pemompaan *Long Storage* Kaligawe

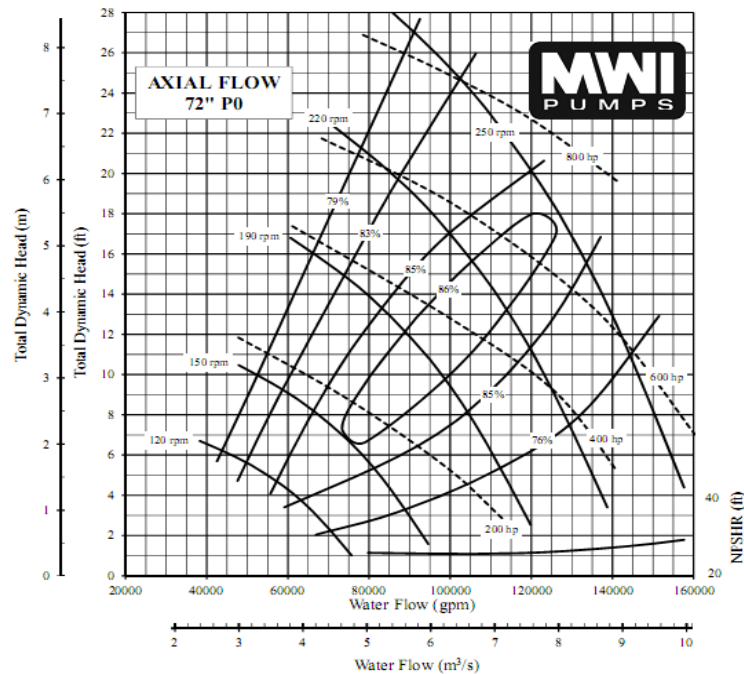
No	Kala Ulang	Kapasitas Pompa (m ³ /s)		
		0,75m	S0 1,50m	S0 2,30m
1	Q2	14	19	28
2	Q5	22	33	40
3	Q10	31	42	56

Analisa

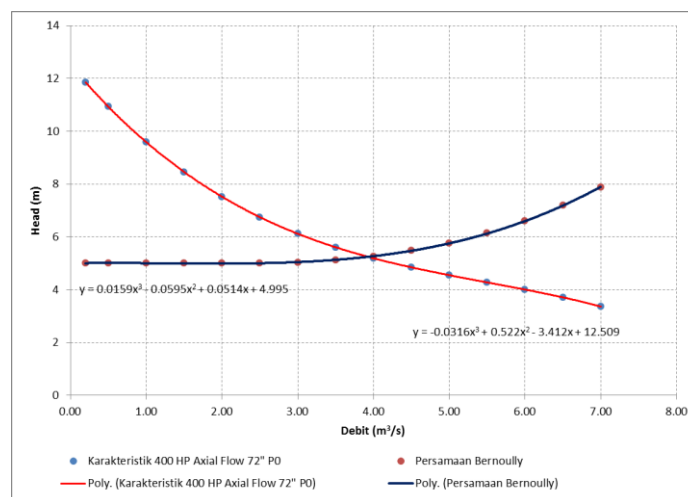
Analisa pemilihan pompa berdasarkan atas karakteristik pompa yang digunakan berupa grafik kapasitas dengan head dibandingkan dengan perhitungan analitik menggunakan Persamaan *Bernoulli*, sehingga dibandingkan hasil perhitungan dengan grafik kapasitas pompa yang di pilih.

Pemompaan, pompa yang digunakan menggunakan tipe pompa *submersible electric*. Pompa *submersible electric* ini mempunyai impeller yang terhubung

dengan motor penggerak listrik yang kedap air, pompa jenis ini mempunyai konfigurasi vertikal, horizontal ataupun kemiringan tertentu. Pompa ini tidak berisik dan mudah dalam pemeliharaannya. Pompa jenis ini sangat cocok untuk diaplikasikan pada draenase kota, pengontrol banjir, irigasi ataupun pemompaan air limbah. Contoh karakteristik pompa dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar. 5. Karakteristik Pompa Axial Flow dengan Propeller Diameter: 72"



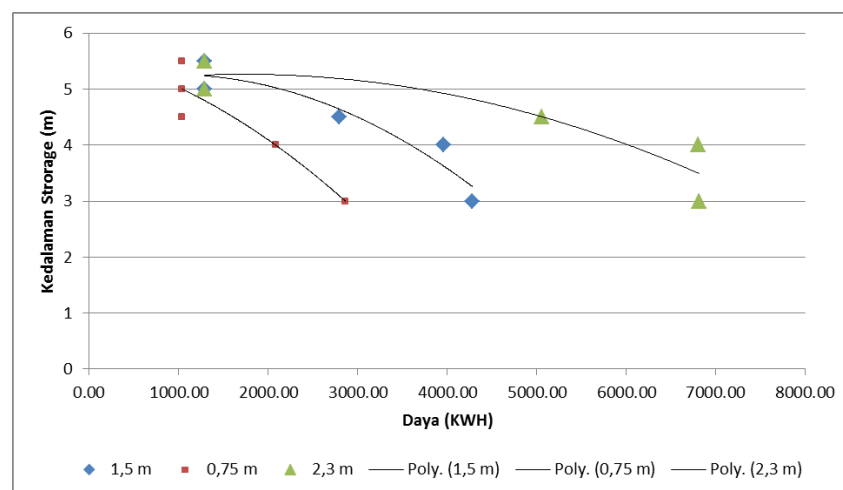
Gambar .6. Ploting Grafik karakteristik Pompa MWI 72" P0 dengan Analisis Persamaan Bernoulli

Berdasarkan pada grafik diatas dengan menggunakan *trail and error* maka akan didapat nilai debit real pertemuan antara grafik karakteristik pompa pabrikan dengan garik karakteristik berdasarkan persamaan bernaully maka didapatkan nilai 3,93 m³/s pada daya di 400 HP. Berdasarkan analisa pada tabel 5.22 didapatkan kapasitas pompa yang dibutuhkan adalah 14 m³/s jadi dibutuhkan minimal 4 pompa untuk mencapai kapasitas tersebut.

3.4. Optimalisasi *Long Storage* Kaligawe

Optimasi long storage bisa dilakukan dengan menambah kapasitas tampungan bisa arah vertical maupun horizontal. Dari beberapa literature banyak asumsi bahwa sebaiknya luas kolam ataupun stororage tidak kurang dari 6% dari luas DAS (Sawarendro, 2008). Berdasarkan atas kajian beberapa perencanaan kolam retensi, long storage Kaligawe yang mempunyai luas storage 3,9 ha dari luas DAS 378 ha maka dapat dinyatakan bahwa kebutuhan luas memang kurang karena hanya 1% dari luas DAS Kaligawe. Dikarenakan tidak adanya lagi lahan untuk perluasan maka pada penelitian ini kedalaman storage menjadi 3m, 4m, 4,5m, 5m dan 5,5m. hasil analisa kapasitas storage.

Berdasarkan hasil analisa menggunakan kapasitas pompa dari persamaan Bernoulli, maka dapat digambarkan hubungan jumlah pompa dengan dengan daya Pompa, maka dapat di nyatakan bahwa kebutuhan optimum storage kaligawe adalah pada Kedalaman Storage 5m dengan daya dibutuhkan sebesar 1MWH pada kondisi initial condition terisi sebesar 0,75m seperti pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar. 7. Kedalaman Vs Tampungan Kebutuhan Daya

Tabel.7. Kebutuhan Kedalaman, Pompa dan Daya berdasarkan Inisial Condition 0,75 m, 1,5 m dan 2,3m debit Rencana Q2th.

Kedalaman	IC 0,75 m			IC 1,5 m			IC 2,3 m		
	Jml Pompa	Daya (KWH)	Durasi (jam)	Jml Pompa	Daya (KWH)	Durasi (jam)	Jml Pompa	Daya (KWH)	Durasi (jam)
3	4	2863.09	3.15	5	4283.32	2.46	7	6816.53	1.68
4	3	2083.87	4.30	4	3959.64	3.15	5	6800.91	2.46
4.5	2	1039.55	6.65	3	2794.00	4.32	4	5056.19	3.15
5	2	1039.55	6.65	2	1290.09	6.65	3	1290.09	4.31
5.5	2	1039.55	6.65	2	1290.09	6.65	3	1290.09	4.30

Analisa

4. Kesimpulan

1. Nilai optimum pada *long storage* kaligawe pada kedalaman Long storage 4,5 m dengan *initial condition* 0,75m dan membutuhkan daya paling minimal pada 1,04MWH. dengan jumlah pompa 2 bh dan lama pemompaan 6,54 jam.
2. Berdasarkan analisa pemilihan pompa debit real jenis pompa MWI *Axial flow* 72” P0 dengan daya 400 HP adalah sebesar 3,93 m³/s pada head 5,24m.

DAFTAR PUSTAKA

- Abner Doloksaribu, Dina Pasa Lolo, 2012, *Kajian Penanganan Banjir Sungai Beringin Semarang Dengan Menggunakan Sistem Long Storage*
- Adhyatma Rahman, 2013, *Epidemiologi Kesehatan Darurat(Kasus Bencana Banjir)*
- Bappeda Kota Semarang, 2007. *Masterplan Drainase Kota Semarang, Semarang.*
- Bambang Triatmojo, 2008, *Hidrologi Terapan*
- Bayu Wariantio, 2008, *Evaluation Study On The Effectiveness Of The Long Storage Development In Ciliwung Catchment Area To Reduce The Flood Hydrograph At Katulampa Weir*
- Buishand, 1982, *Some Methods For Testing The Homogeneity Of Rainfall Records*
- Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2012, *Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*
- Kodoatie R.J, 2005. *Hidrolika Terapan, Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa, Andi Offset, Yogyakarta*

- Linsley, Kohler dan Paulhus, 1958, *Hydrology for Engineers*
- Muhammad Ficky Meilaci Wibowo, Randy Arnatha, Suharyanto, Dwi Kurnian,
2014, *Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi Melalui Pembangunan Long
Storage*
- Munson B.R, Young D.F, Okiishi T.H, 2005. *Mekanika Fluida, Edisi Keempat,
Jilid 2 (terjemahan), Penerbit Erlangga, Jakarta.*
- Robert J Kodati, , 2013, *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota.*
- Sri Harto, Br.,1981, *Mengenal Dasar Hidrologi Terapan*, Keluarga Mahasiswa
Teknik Sipil, Yogyakarta